

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-220825

⑤Int.Cl.<sup>4</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑬公開 平成1年(1989)9月4日  
 H 01 L 21/30 3 1 1 S-7376-5F  
 G 03 F 7/20 Z-6906-2H  
 9/00 Z-6906-2H  
 H 01 L 21/30 3 1 1 L-7376-5F 審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭発明の名称 露光装置

⑯特 願 昭63-47026

⑰出 願 昭63(1988)2月29日

⑱発 明 者 谷 元 昭 一 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会社大井製作所内

⑲出 願 人 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑳代 理 人 弁理士 渡辺 隆男

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

露光装置

## 2. 特許請求の範囲

放射ビームを射出する光源と、前記放射ビームにより原版上のパターンを対象物上に転写させる装置において、

前記光源と前記原版の間に設けられて、前記放射ビームを少なくとも2つに分割する分割手段と；該分割されたビームの少なくとも一方をビームの進行方向を中心に回転させ、分割された他方のビームに対してほぼ直交する方向に回転したビームに変換する回転手段と；ほぼ直交した2つのビームを重ね合わせる重ね合わせ手段とを備え、

該重ね合わされたビームの光軸と垂直な面内における光学的特性を互いに直交する方向に対して略等しくしたことを特徴とする露光装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はパターンを転写する露光装置に関し、

特にレーザ光源を用いてLSIパターンを対象物上に転写する露光装置に関する。

〔従来の技術〕

エキシマレーザを光源とするディープUVの露光装置は、0.5  $\mu$ mルール以下の細かいLSIパターンの転写装置として注目を集めている。特に、レーザの発振波長幅を狭くした狭帯化レーザを用い、石英のみを光学材料とした投影レンズによってレチクルやマスク等の原版のパターンをウェハ等の感光基板へ縮小露光する形式の装置は早期に実用化が期待されている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記の形式の装置においては、エキシマレーザ光源の空間的コヒーレンスが高い傾向にあった。例えば、マスター、スレイブ方式のインジェクションロックingleレーザを用いると発振モード数が少なく可干渉性の高い照明光となり、ウェハ上には転写パターンと重畳スペckルと呼ばれる不要な干渉縞が出現し易くなる。

またレーザ共振器内にエタロン（石英の平行平

板の2枚を一定間隔で設けたもの)を挿入してビーム径を大きく保ち、発振モード数を減らさないようにした狭帯域レーザでも、空間的コヒーレンスは狭帯域化する前の状態より高く、特にビームの発散角の小さい方向に対しては空間的コヒーレンスがなくて不要な干渉縞が出やすいという問題があった。

(問題点を解決する為の手段)

上記問題点の解決の為に、本発明では露光装置にセットされた原版を照明するためのレーザビームを2つに分割し、一方のビームをビームの進行方向に対して約 $90^\circ$ 回転したあと、2つのビームをほぼ同軸又はほぼ平行に重ね合わせ、この重ね合わされたビームを原版の照明に使うように構成した。

(作用)

本発明においては、エキシマ等のレーザビームを2つに分割したあと一方のビームを他方に対して約 $90^\circ$ 回転して重ね合わせるので、ビームの進行方向に垂直な平面内では直交する2方向に對

9で反射されるが、ミラー7、8、9の入射-反射面は紙面に対して $45^\circ$ 方向に傾いている。すなわちミラー7、8、9が一体となって水平な光軸Cの回りに $45^\circ$ だけ回転している。このためミラー9で反射された後のビームはミラー7に入射する前のビームに対してビーム形状が $90^\circ$ 回転しており、偏光も $90^\circ$ 回転している。従って、石英製等でできた1/2波長板10をミラー9と偏光ビームスプリッター6の間に設けると1/2波長板を通ったビーム15は偏光ビームスプリッター6に対してはP偏光となってミラー5からのS偏光のビーム14と同軸に重ね合わされて、均一化光学系11に入射する。

第2図(A)、(B)、(C)は第1図におけるレーザビームの各々の場所におけるビーム断面形状を示しており、第2図(A)は第1図中の位置A、すなわちレーザ光源1を射出した直後の出力ビームの断面であり、一次元x方向に幅広くなっている。このビームはy方向の方がビーム発散角が小さく、y方向の方がx方向より空間的コ

する空間的コヒーレンスをほぼ等しくすることができる。

(実施例)

第1図は本発明の第1の実施例の構成図であり、1はスペクトルを狭帯域化したレーザ光源、2はシリンドリカルレンズ系を含むビームエクspanderであり、一次元方向のみビームを延ばすようになっている。本実施例ではy方向のみについてビーム幅を拡大している。レーザ光源1はエタロンを共振器内部に入れた形式のものであり、偏光はランダムである。3は偏光ビームスプリッターであり、電場が紙面内にある偏光成分(P偏光)は透過し、紙面と垂直な偏光成分(S偏光)は反射する。6も同様の偏光ビームスプリッターである。4、5、7、8、9は全反射ミラーである。偏光ビームスプリッター3で反射したS偏光成分のビームはミラー4、5で反射され、偏光ビームスプリッター6で反射された後、照明強度均一化光学系11に入射する。偏光ビームスプリッター3を透過したP偏光成分のビームはミラー7、8、

ヒーレンスは高い。第2図(B)は第1図中の位置B、すなわちシリンドリカル系のビームエクspander2を通った後のレーザビームの断面形状であり、x、y方向に対してほぼ同じ幅のビームとなるが、y方向の空間コヒーレンスはx方向よりもはるかに高い状態となる。

第2図(C)は第1図中の位置C、すなわち偏光ビームスプリッター6により重ね合わされた後のビームの断面形状であり、ビーム14と15がほぼ同軸に重なっている。この状態ではxとyの2方向に対して空間的コヒーレンスが等しくなる。

次に第1図に戻り本実施例の説明を続ける。重ね合わされたビーム14、15を入射する照明強度均一化光学系11は、フライアイレンズ等を含むとともに、スペックル低減のための走査ミラー等の光学系も含んでいる。このフライアイレンズと走査ミラーの組み合わせについて、詳しくは特開昭59-226317号公報に開示されている。均一化光学系11を射出した光束は反射ミラー12、コンデンサーレンズ13を介して原版である

レチクルRを均一な照度で照明し、投影レンズLはレチクルRの下側にあるパターン像をウェハW上面の感光層上に形成するようになっている。以上、本実施例では、レーザ光源1、ビームエキスパンダー2、ビームスプリッター3、6、ミラー4、5、7、8、9及び1/2波長板10によって露光装置用の照明系が構成される。

以上の第1の実施例ではエタロンを用いて偏光のランダムなビームを射出するレーザ光源1を用いたが、次にプリズムやグレーティングのような偏光特性の顕著な分散素子を用いてスペクトルを狭帯化したレーザ光源を用いた場合に最適な例を第2の実施例として述べる。

第2の実施例ではレーザ光源1の出力ビームが一方に偏光している。この場合、第1の実施例における偏光ビームスプリッター3を偏光特性を持たずに反射光と透過光の強度比を1:1にするようなビームスプリッターに替えて、1/2波長板10は取り除けばよい。

第1と第2の実施例の説明においては、ビーム

エキスパンダー2をビームスプリッター3の前に設けたが、特になくてもよいし、またビームスプリッター6の後に入れてもよい。

また、照明強度均一化光学系11はビームスプリッター6の後としたが、スペックル低減用の光学系（走査ミラー、フライアイレンズ、ファイバー等）をビームスプリッター3の前に入れた方が、空間的コヒーレンスの低減のためには良い結果を生むことがある。

ビームを90°回転して重ね合わせる例以外に、例えばビームを3本に分け120°、240°の回転を与えたビームを元の回転しないビームと重ね合わせる例等も考えられるが、この場合は重ね合わせする場合のエネルギー損失が大きくなることは避けられないが空間的コヒーレンスの方向性をなくすことに対しては効果がある。従って、このように3つのビームに分割することも、本発明の一実施例として含まれるものである。

以上の第1及び第2の実施例では、2つに分けたビームを再び重ね合わせる手法として、偏光

ビームスプリッター6を用いたが、その代わりに部分的反射鏡を用いると安価で偏光の方向に依存しない光学配置が可能となる。

第3図は本発明の第3の実施例による露光装置の構成を示し、第1図で示したビームスプリッター6の代わりに、本発明の重ね合わせ手段としての部分鏡20が設けられ、この部分鏡20で直角に反射された元の回転しないビーム14と、部分鏡20の脇を透過した90°回転のビーム15とは互いに同軸ではなく、ほぼ平行に均一化光学系11に入射する。その他、1/2波長板10が省略される以外の構成は第1図のものと同じである。

本実施例の場合、投影レンズLの光軸とビーム14、15の各中心軸とは偏心したものになる。

第4図(A)、(B)、(C)は第3図中の位置A、B、Cの各々におけるビームの断面形状を示し、位置A、Bでの断面形状はともに第2図(A)、(B)と同じである。ところが本実施例では第4図(C)に示すように、たがいな90°

回転したビーム14と15は第3図中の部分鏡20の直後の位置Cにおいて、互いにY方向にほぼビームの幅寸法分だけ同軸から偏心しており、ビーム14、15は互いに重畳しないようになっている。本実施例では第4図(C)に示すように均一化光学系11に入射するビーム14、15の全体的な断面形状は正方形とはならないが、ビーム14、15が均一化光学系11に入射する手前(位置C)に、一次元方向のビームエキスパンダー(シリンドリカルレンズ)を設け、ビーム14、15の全体形状を再び正方形に近いものにすることもできる。

以上、本発明の第1、第2、第3の実施例では、さらにビームを分割したあと、分割され複数のビームを相対的に回転させてから再び同一方向に進むビームに合成する照明系を、レーザ光源1とレチクル(被照射部)Rとの間に2重又はそれ以上直列に順次配置して、さらにスペックルの低減を計るようにしてもよい。さらに以上の各実施例においてはエキシマレーザを用いるものと仮定し

ているが、他の固体レーザーや気体レーザーを用いた場合でも同様の効果を得ることができるし、狭帯化レーザーでなく、元来狭帯域発振する種類のアルゴンイオンレーザー等のレーザー光源を用いた各種装置の場合にも適用できる。また、露光装置のタイプとして投影露光だけでなく、プロキシシティやコンタクトの露光装置にも本発明は適用可能である。

また、本発明の各実施例では露光装置へ応用することを前提としたが、同様の問題点を有するレーザー光源を物体面の観察用の照明系として使って、物体面上の微小構造をテレビカメラ等で拡大観察するアライメント装置、ウェハ検査装置においても全く同様に応用できる。

(発明の効果)

以上の様に本発明によれば、ビームの進行方向に垂直な平面内における空間的コヒーレンスが直交する2方向に対して等しくなり、投影されるパターンの縦と横の方向に対する像質が等しくなるという効果がある。すなわちビームによって証明

される領域の2次元的な方向(x、y)について、良好にスペックルが低減されるといった効果が得られる。

また本発明の実施例に述べたように偏光特性の違いを利用してビームを分割して重ね合わせるとビームのエネルギー損失が小さいという特徴もある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例による照明系を備えた露光装置の構成を示す図、第2図は第1図中のレーザービームの各位置におけるビーム形状を示す図、第3図は本発明の第3の実施例による照明系を備えた露光装置の構成を示す図、第4図は第3図中のレーザービームの各位置におけるビーム形状を示す図である。

(主要部分の符号の説明)

- 1…レーザー光源、 2…ビームエクspander、
- 3、6…偏光ビームスプリッター、
- 4、5、7、8、9…ミラー、
- 10…1/2波長板、 20…部分鏡、

R…レチクル、 L…投影レンズ、 W…ウェハ

出願人 日本光学工業株式会社

代理人 渡 辺 隆 男



